

# 从 2004 - 2006 年中国碘盐监测结果分析 食盐加碘浓度下调的可行性

李素梅 徐菁

**【摘要】** 目的 用 2004 - 2006 年碘盐监测结果分析中国食盐加碘浓度下调的可行性。方法 利用碘盐监测数据库分析软件及 SAS 9.0 软件对碘盐监测数据和高危地区育龄妇女尿碘监测资料进行统计分析。结果 根据监测结果,中国居民合格碘盐食用率不断提高,碘盐生产质量稳定,生产环节碘的损失量为 2 mg/kg,流通环节碘的损失不足 3 mg/kg。中国居民每日摄盐量高于 WHO 推荐量,监测尿碘监测平均水平超过适宜范围。结论 下调中国食盐加碘浓度是必要的。建议现行的 35 mg/kg 下调至 25 ~ 28 mg/kg,碘盐的允许变异范围由现行的  $\pm 15$  mg/kg 下调至  $\pm 10$  mg/kg。

**【关键词】** 碘盐;尿碘;监测;调整盐碘浓度

**Analysis on the feasibility of reducing the concentration in edible iodine-salt based on the results of iodized salt monitoring program from the year of 2004 to 2006, in China** LI Su-mei, XU Jing. National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China

**【Abstract】 Objective** To analyze the feasibility of reducing the concentration of iodized salt based on the results of iodized salt monitoring from the year of 2004 to 2006. **Methods** Special software for iodized salt monitor and SAS 9.0 were used to analyze salt monitoring data and urine iodine data of women at reproductive age in high-risk areas in 2006. **Results** Based on the data from monitoring program, adequate iodized salt coverage increased constantly in China. The quality of iodized salt was stable with less than 2 mg/kg iodine loss at production level but most was at 3 mg/kg iodine loss under estimation during the process of distribution from factory to households. Individual daily intake of iodized salt was higher than the recommendation from WHO but the average level of urinary iodine excretion of women and school children was more than adequate. **Conclusion** To decrease the concentration of iodine in edible salt was necessary in China. Our findings provided recommendation on the concentration of iodine in edible salt that should be adjusted from the current concentration of 35 mg/kg to 25-28 mg/kg, and the variation should be controlled from the current range of  $\pm 15$  mg/kg to  $\pm 10$  mg/kg.

**【Key words】** Iodized salt; Urinary iodine; Monitoring; Adjustment of salt iodine concentration

随着我国碘缺乏病控制工作的进展,如何因地制宜、科学补碘已经成为调整今后防治工作方向需要考虑的重点问题。本文从 2004 - 2006 年全国碘盐监测结果,分析了我国食盐加碘浓度下调的可行性,现报告如下。

## 资料与方法

1. 碘盐监测:按照《制盐工业主要产品取样方法》(GB/T 8618-2001)进行生产厂家的盐样采集;居民户采样以县(市、区、旗)为单位,每县(市、区、旗)按东、西、南、北、中随机抽取 9 个乡(镇、街道),其中

东、西、南、北片各随机抽取 2 个乡(镇、街道),中片随机抽取 1 个乡(镇、街道);每个乡(镇、街道)随机抽取 4 个行政村(居委会),其中 2 个行政村(居委会)可在乡政府所在地及其附近抽取,另外 2 个行政村在非碘盐率较高的地区或距乡政府 5 km 以外的村抽取;每个行政村(居委会)抽取 8 户居民盐样。盐碘含量按照国标 GB/T 13025.7-1999 中直接滴定法定量测定。

2. 重点地区育龄妇女尿碘监测:在上述居民户碘盐监测抽到的 8 户居民户中,随机抽取其中 4 户 18 ~ 50 岁育龄妇女,采集尿样,采用砷铈催化分光光度测定方法(WS/T 107-2006)检测尿碘含量。

3. 统计学分析:采用碘盐监测数据库分析软件及 SAS 9.0 软件进行资料的统计分析。

## 结 果

从 2004 年开始,我国对 1000 多家碘盐加工、分装、批发企业和 2000 多个县的居民户开展了碘盐监测。监测辐射面逐年增加,到 2006 年,监测覆盖了 89.7% 的碘盐定点加工厂,约 60.1% 的碘盐批发企业和约 97% 的县。

1. 碘盐生产加工(生产层次)批质量合格率: 2004-2006 年全国生产层次的批质量合格率稳定保持在 97% 以上,盐碘均数 32.16~33.49 mg/kg,变异系数均 < 20% (表 1)。监测结果说明我国碘盐加工质量有保证,绝大多数企业生产的碘盐是合格的。

表 1 2004-2006 年全国加工、分装、批发企业碘盐监测结果

| 时间<br>(年月) | 监测企<br>业个数 | 批数   | 碘盐检测<br>合格批数 | 合格率<br>(%) | 盐碘<br>( $\bar{x} \pm s, \text{mg/kg}$ ) | 变异系数<br>(%) |
|------------|------------|------|--------------|------------|---|-------------|
| 2004       |            |      |              |            |   |             |
| 1-6        | 1604       | 7443 | 7249         | 97.39      | 32.16 ± 6.14                            | 19.09       |
| 7-12       | 1492       | 7838 | 7616         | 97.17      | 33.27 ± 5.84                            | 17.55       |
| 2005       |            |      |              |            |   |             |
| 1-6        | 1725       | 8904 | 8719         | 97.92      | 33.49 ± 5.83                            | 17.41       |
| 7-12       | 1507       | 8260 | 8090         | 97.94      | 33.34 ± 5.68                            | 17.04       |
| 2006       |            |      |              |            |   |             |
| 1-6        | 1650       | 8791 | 8647         | 98.36      | 33.19 ± 5.46                            | 16.45       |

2. 居民合格碘盐(居民户层次)食用率: 各年度的盐碘中位数(M)保持稳定在 30 mg/kg, 全国碘盐覆盖率和碘盐合格率均在 96% 以上,合格碘盐食用率均在 93% 以上(表 2)。

表 2 2004-2006 年全国碘盐监测结果

| 年份   | 检测<br>份数 | 覆盖率<br>(%) | 合格率<br>(%) | 合格食用率<br>(%) | M<br>(mg/kg) |
|------|----------|------------|------------|--------------|--------------|
| 2004 | 615 291  | 96.91      | 96.45      | 93.47        | 30.45        |
| 2005 | 750 558  | 98.11      | 97.07      | 95.35        | 30.60        |
| 2006 | 795 292  | 96.87      | 96.64      | 93.75        | 30.90        |

3. 重点人群尿碘监测: 根据 2004、2005 年的碘盐监测结果,从非碘盐率 > 20% 的县中抽取监测点。全国 21 个省(市、区)共抽取了 69 个县,检测了 10 162 份育龄妇女的尿碘,尿碘含量 M = 136.8 μg/L, < 150 μg/L 的比例为 54.0%, < 100 μg/L 的比例为 37.0%, < 50 μg/L 的比例为 16.5% (表 3)。

表 3 10 162 名育龄妇女尿碘频数分布

| 尿碘 M<br>(mg/kg) | 尿碘频数分布(%) <sup>a</sup> |                |                |                |                |              |                |
|-----------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|
|                 | 0~                     | 50~            | 100~           | 150~           | 200~           | 250~         | 300~           |
| 136.8           | 16.5<br>(1681)         | 20.5<br>(2082) | 17.0<br>(1723) | 13.1<br>(1327) | 10.1<br>(1030) | 6.9<br>(699) | 15.9<br>(1620) |

注:<sup>a</sup> 括号内数据为育龄妇女人数

在 10 162 名育龄妇女中,有 6687 名提供了其家中食用盐是否是碘盐的信息。将这部分监测人群按其家中食用碘盐和非碘盐分组统计,食用碘盐组人群(n = 5290)尿碘 M = 168.5 μg/L,显著高于食用非碘盐组人群(n = 1397)的尿碘(M = 87.4 μg/L)。将监测的育龄妇女按孕妇、哺乳期妇女、非孕及哺乳妇女分类统计,食用非碘盐组的孕妇、哺乳期妇女、非孕及哺乳妇女三组人群尿碘的 M 均低于 100 μg/L。其中,孕妇最低,其次是哺乳期妇女,而食用碘盐组的三组人群尿碘的 M 均高于 150 μg/L (表 4)。

表 4 碘盐组和非碘盐组不同人群尿碘的 M 分布

| 监测人群 | 非碘盐组尿碘(μg/L) |       | 碘盐组尿碘(μg/L) |        |
|------|--------------|-------|-------------|--------|
|      | 份数           | M     | 份数          | M      |
| 育龄妇女 | 1276         | 88.80 | 5004        | 169.05 |
| 孕妇   | 37           | 59.60 | 93          | 172.55 |
| 哺乳妇女 | 84           | 70.25 | 193         | 151.70 |

4. 生产层次和居民户层次碘盐质量比较: 监测结果中有 3 组数据反映了碘盐的质量,分别是碘盐合格率、盐碘平均水平和变异程度。3 年的监测结果表明,全国生产和居民户层次的碘盐合格率连续 3 年均保持在 95% 以上,且同年该两个层次合格率相差均不到 2%。无论生产还是居民户层次,盐碘平均水平均在 30 mg/kg 以上,两个层次相差均不到 3 mg/kg,可以认为流通环节盐中碘含量的损失不足 3 mg/kg,即 9.7% 左右。居民户层次变异系数比生产层次高 10~12 个百分点(表 5)。原因是居民户层次中的无碘盐的比例比生产层次大,主要是因土、私盐冲击造成。

表 5 我国生产层次和居民户层次碘盐质量比较

| 监测<br>年份 | 碘盐合格<br>率(%) |           | 盐碘水平<br>(M, mg/kg) |           | 变异系数<br>(mg/kg) |           |
|----------|--------------|-----------|--------------------|-----------|-----------------|-----------|
|          | 生产<br>层次     | 居民户<br>层次 | 生产<br>层次           | 居民户<br>层次 | 生产<br>层次        | 居民户<br>层次 |
| 2004     | 97.39        | 96.45     | 32.16              | 30.45     | 19.09           | 31.87     |
| 2005     | 97.92        | 97.07     | 33.49              | 30.60     | 17.41           | 26.38     |
| 2006     | 98.36        | 96.64     | 33.19              | 30.90     | 16.45           | 27.43     |

## 讨 论

1. 我国碘盐生产质量稳定,居民合格碘盐食用率不断提高,为我国因地制宜下调碘盐浓度提供了必要的基础。从生产层次监测指标结果看,我国盐业加工企业生产的碘盐 97% 以上的批次能够稳定在 35 mg/kg ± 15 mg/kg 之间。95% 以上的批次能够保持在 35 mg/kg ± 10 mg/kg。

2. 盐碘含量稳定,在生产和流通环节中损失量小,为碘盐浓度下调留出了空间。我国生产环节食盐加碘的标准是35 mg/kg,根据全国监测,生产层次中盐碘  $M = 33$  mg/kg,加碘过程中可能的损失量为2 mg/kg,但据了解由于生产设备现代化程度越来越高,碘盐加工变异程度缩小,均匀度越来越好,所以大多数厂家为降低成本,以低于35 mg/kg浓度生产碘盐,因此,相差的2 mg/kg有部分是加碘过程中的损失,也部分可能是企业加碘浓度不同造成的变异,但无论如何,在生产环节以2 mg/kg估计碘的损失量是足够的。

根据2004-2006年全国碘盐监测结果,生产层次和居民户层次盐碘中的  $M$  相差均不足3 mg/kg,其中还包含居民户层次土、私盐冲击的影响。可以认为,碘盐从出厂到居民用户的整个流通环节,碘含量的损失不足3 mg/kg,即碘在流通环节的损失量最多不超过10%。

另外一个环节是碘盐在家庭食用过程中碘的损失量。国内有研究表明,碘酸钾碘盐是相当稳定的,经过一年存放未发现有明显碘损失<sup>[1]</sup>。在烹调环节碘损失量的研究不多,但碘酸钾化学性质稳定,在高温560℃分解<sup>[2]</sup>,碘盐在家庭食用过程中的损失量非常小。

3. 我国居民摄盐量较高,监测尿碘平均水平超过适宜范围,下调碘盐浓度势在必行。目前,我国合格碘盐标准是碘含量介于20 mg/kg和50 mg/kg之间。按照WHO推荐的人均每日摄入6 g食盐计算,如果盐碘含量为50 mg/kg,每天碘摄入为300 μg。这一摄入量不但超出了WHO推荐的成年人150 μg/d碘摄入量水平,也超出了孕妇和哺乳妇女200 μg/d碘的摄入标准<sup>[3]</sup>。何况我国目前人均每日食盐摄入量大多超过6 g,因此人均每日超出碘摄入推荐标准的情况就更加普遍。已经证实,长期碘过量可以增加甲状腺功能亢进和自身免疫甲状腺疾病发生的风险<sup>[4]</sup>。我国碘缺乏病分布广、流行严重、危害极大,防治之初,我国制定食盐加碘浓度主要是考虑碘缺乏病控制的需要。自1996年开始,碘过量的问题逐步被纳入防治决策的调整。1996年根据全国监测结果,规定了碘盐浓度的上限值(60 mg/kg),使出厂的碘盐浓度明显超标的现象得到了纠正。1997年监测发现儿童尿碘水平过高(达330 μg/L),2000年,再一次调整碘盐浓度至20~50 mg/kg。根据2005年全国病情监测,我国大多数省份儿童尿碘

水平超过适宜水平<sup>[5]</sup>,进一步调整碘盐浓度,防止人为干预造成碘过量已经成为必然。

4. 重点地区育龄妇女的碘营养状况值得关注,但主要是碘盐普及率的问题,不影响调整碘盐浓度。2006年,21个省(市、区)的69个重点县育龄妇女尿碘监测结果证实,即使在外环境缺碘的地区,食用碘盐组人群尿碘的  $M$  值达到了168.5 μg/L。监测结果说明,育龄妇女的碘营养状况取决于碘盐的普及率,在重点地区主要解决居民买不到、买不起和不愿意买碘盐的问题,不影响碘盐浓度的调整。

5. 从监测结果分析,建议碘盐浓度下调到(25~28±10)mg/kg。卫生部碘缺乏病专家组估计碘盐从生产到用户之间盐碘的损失量为5 mg/kg<sup>[6]</sup>。该结果与本文分析的结果一致。因此,碘盐浓度下调至25 mg/kg,到居民户仍然可以保证吃到20 mg/kg的碘盐。如果考虑食用环节有可能损失部分碘(以10%的损失量估计),碘盐浓度可下调到28 mg/kg,以保证居民摄入20 mg/kg的碘盐。

近两年全国碘盐监测证实,生产企业盐碘含量的变异系数不超过18%,以35 mg/kg标准加碘,其95%可信限水平的变异范围为±12.6 mg/kg。2006年碘盐生产企业生产的碘盐95%以上的批次的变异范围基本保持在±10 mg/kg之间。因此,建议碘盐的变异范围为±10 mg/kg,一方面企业通过质量管理能够做到,另一方面从人群健康考虑必须强调加碘的精度。

综上所述,建议食盐加碘浓度由现行的35 mg/kg下调至25~28 mg/kg,碘盐的允许变异范围由现行的±15 mg/kg下调至±10 mg/kg。

#### 参 考 文 献

- [1] 阎玉芹,陈祖培,项建梅,等. 碘酸钾碘盐中碘丢失量和加碘均匀度的研究//中国人群碘营养的调查与评估. 天津:天津科技翻译出版公司,2005:223-227.
- [2] 北京化学公司. 化学试剂. 精细化学品产品目录. 1版. 北京:化学工业出版社,1999:861.
- [3] WHO. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination//A guide for programme managers. 2nd ed. 2001.
- [4] 滕卫平. 防治碘缺乏与碘过量. 中华内分泌代谢杂志,2002,18:237-240.
- [5] 苏晓辉,刘守军,申红梅,等. 2005年全国碘缺乏病监测资料汇总分析. 中国地方病学杂志,2007,26(1):67-69.
- [6] 阎玉芹. 对食用盐新标准(GB 5461-2000)中有关碘含量的解释//中国控制碘缺乏病的对策. 天津:天津科学技术出版社,2002:379.

(收稿日期:2007-07-12)

(本文编辑:张林东)